

System and method for monitoring a car trailer

Publication number: EP1593552 (A1)

Publication date: 2005-11-09

Inventor(s): HAUG KARSTEN [DE]

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT [DE]

Classification:

- international: B60D1/30; B60D1/58; B60R1/00; B60R16/02; B60T8/00; B60T8/17; B60T8/24; B60D1/00; B60R1/00; B60R16/02; B60T8/00; B60T8/17; B60T8/24; (IPC1-7): B60R16/02; B60D1/30

- European: B60D1/30; B60D1/58; B60R1/00G2; B60T8/17P9; B60T8/24

Application number: EP20050102997 20050415

Priority number(s): DE200410022113 20040505

Also published as:

EP1593552 (B1)

DE102004022113 (A1)

Cited documents:

DE19901953 (A1)

US2002149673 (A1)

EP1182089 (A2)

US6690413 (B1)

JP2003148938 (A)

Abstract of EP 1593552 (A1)

A camera (5) is installed in the rear area of the towing vehicle (1) transmitting the recorded images to an evaluating sub unit (7). The data are compared with the standard parameters saved as a template in the memory (9) of a computer or in a specialized device. The information of the actual position of the car (1) can be ideally taken from the ESP or has to be obtained from a sensor (15). The angle between the vehicle (1) and the trailer is evaluated (13) and the information transmitted to an appropriate device (19).

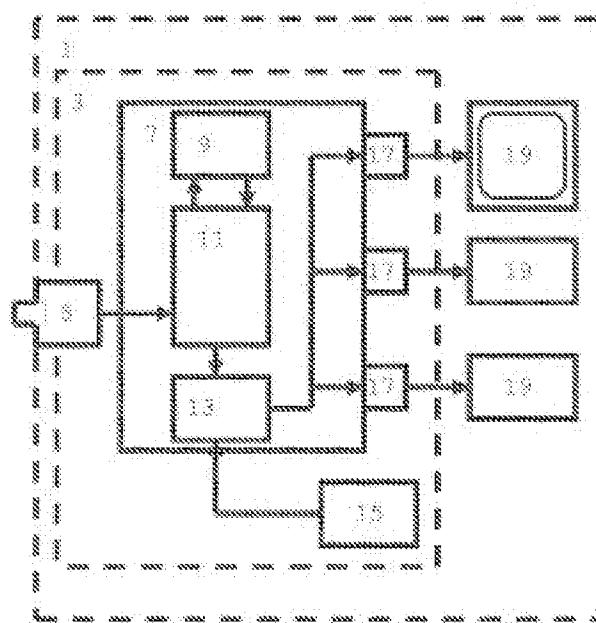


FIG. 1

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 593 552 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2005 Patentblatt 2005/45

(51) Int Cl. 7: B60R 16/02, B60D 1/30

(21) Anmeldenummer: 05102997.3

(22) Anmeldetag: 15.04.2005

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SISK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: Haug, Karsten
70372, Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 05.05.2004 DE 102004022113

(54) Überwachung eines PKW-Anhängers mit einer Rückfahrkamera

(57) Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern im Fahrbetrieb, mit einer Kamera-Einrichtung (5) zur bildlichen Erfassung der relativen Ausrichtung von Zugfahrzeugheckbereich und Anhängerfrontbereich, einem Auswertesubsystem (7), für die erfassten Daten und Schnittstellen (17) zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung der ausgewerteten Daten. Um eine einfache, zuverlässige und für beliebige Anhänger verwendbare Überwachung des Anhängers im Fahrbetrieb bereitzustellen, sind erfindungsgemäß in dem Auswerte-

subsystem (7) ein oder mehrere, jeweils eine bestimmte relative Ausrichtung definierende Templates gespeichert, die dem Auswertesubsystem (7) als Referenzdaten für zugehörige Ausrichtungswinkel des Fahrzeuggespanns dienen, und das Auswertesubsystem (7) ist eingerichtet zur Durchführung von Korrelationen zwischen Bildern der jeweils aktuell erfassten, relativen Ausrichtung und des/den Templates(n), um Informationen über Ausrichtungswinkel, die auf eine kritische Fahrsituation hindeuten, zu erkennen und entsprechende Signale an die Schnittstellen (17) zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung zu übermitteln.

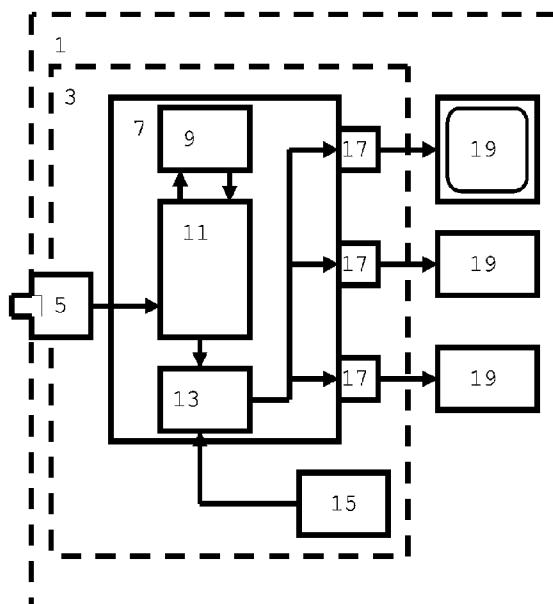


FIG. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem System und Verfahren zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern im Fahrbetrieb, wobei insbesondere die relative Ausrichtung von Zugfahrzeugheckbereich und Anhängerfrontbereich bei Personenkraftfahrzeuggespannen überwacht wird.

[0002] Fahrzeuggespanne aus Zugfahrzeug und Anhänger sind besonders unfallträchtig. Der Anhänger kann sich während der Fahrt aufschaukeln und dann nur noch schwierig unter Kontrolle zu bringen sein. Insbesondere Personenkraftfahrzeuge mit Anhängern wie beispielsweise Wohnwagen neigen oberhalb bestimmter kritischer Geschwindigkeiten zu instabilem Fahrverhalten. Hierbei kann der Anhänger periodische, sich aufschaukelnde Pendelbewegungen um die Anhängerkopplung des Zugfahrzeugs vollziehen, oder auch plötzlich aus der Spur ausbrechen. Diese Gefahren bestehen verstärkt auf Gefällstrecken, weil hier die Geschwindigkeitszunahme oft vom Fahrer nicht bemerkt, oder auch absichtlich herbeigeführt wird. Auch Windstöße von vorbeifahrenden Fahrzeugen oder auf Brücken können das Gespann außer Kontrolle geraten lassen. Dieses kann zumeist bei unerfahreneren Fahrern dazu führen, dass sie die Beherrschung über das Gespann verlieren, was beispielsweise zu unkontrollierbarem Schleudern und "Einknicken" des Anhängers führen kann. Durch rechtzeitiges Bremsen in einer solchen Situation könnte das Gespann wieder stabilisiert werden.

[0003] Verschiedene Systeme sind zur Überwachung eines Gespanns im Fahrbetrieb bekannt. In dem von der Firma Opel im Internet unter opel.automagazin24.de/astra/astra2003/index.htm am 12.09.03 offenbare Trainer Stability Program (TSP) wird ein Gespann über das ESP des Zugfahrzeugs stabilisiert. Bei Detektion einer kritischen Fahrsituation leitet das TSP-System gewisse Maßnahmen zur Stabilisierung automatisch ein. Das TSP-System misst aber nur Fahrdynamikdaten im Zugfahrzeug selbst, sodass eine stets aktuelle Anhängerorientierung dem System nicht vorliegt. Die lediglich indirekte Messung der Instabilität des Anhängers aus den Fahrdynamikdaten des Zugfahrzeugs ist in ihrer Berechnung aufwändig und in nachteiliger Weise relativ ungenau.

[0004] In der deutschen Offenlegungsschrift DE 19901953 ist ein System zur Überwachung eines Gespanns im Fahrbetrieb offenbart, das den Anhänger direkt beobachtet. Auf Basis von mindestens zwei Ultraschallsensoren wird dabei der Abstand zu bestimmten Punkten des Anhängers und daraus abgeleitet die Frequenz und Amplitude des Gierwinkels des Anhängers überwacht und aus den so ermittelten Werten auf ein instabiles Verhalten des Gespanns geschlossen. Der Gierwinkel wird aber nur indirekt aus zwei mittels Ultraschallsensoren ermittelten Abstandswerten berechnet.

Diese indirekte Bestimmung des Gierwinkels hat den Nachteil, dass aufgrund von Inhomogenitäten der Frontwand des Anhängers, wie beispielsweise durch ein aufgeflanschtes Reserverad, die Funktion Abstand-über-

5 Gierwinkel nicht mehr stetig und nicht mehr monoton verläuft. So können irrtümlich völlig falsche Gierwinkel berechnet werden, insbesondere wenn die Reliefstrukturdaten der Anhängerfrontwand dem System nicht bekannt sind.

10 Des Weiteren bietet das Verfahren in DE 19901953 keine Lösung gegen ein einmaliges Ausbrechen sowie gegen Instabilitäten wegen Nick- und/oder Kippbewegungen des Anhängers.

[0005] In der japanischen Patentschrift JP 15 2001-350349 wird für einen Sattelschlepper ein Verfahren zur direkten Messung des Gierwinkels mit einer Videokamera offenbart. Hierzu wird eine Kontrastplatte waagerecht so vor der Kupplung an der Zugmaschine angebracht, dass diese vom Auflieger des Anhängers teilweise verdeckt wird. Die Kontrastplatte trägt ein von einem passenden Bildverarbeitungsalgorithmus einfacher zu detektierendes Muster. Die Vorderkontur des Aufliegers wird als Randlinie des sichtbaren Musters der Kontrastplatte detektiert. Diese Randlinie ändert sich in 20 Abhängigkeit vom Gierwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger.

[0006] Nachteilig an dem Verfahren in JP 2001-350349 ist, dass eine am Zugfahrzeug befestigte Kontrastplatte zur Winkelbestimmung benötigt wird. Bei 30 Personenkraftfahrzeugen befindet sich unter der hinter der Deichsel relativ weit vom Zugfahrzeug entfernten Anhängervorderkante nur die Straße. Eine Kontrastplatte müsste deshalb unter der Anhängerkopplung weit auskragend montiert werden, was zusätzlichen Aufwand sowie mangelnde Akzeptanz beim Fahrer zur Folge hätte.

Des Weiteren ist das System in JP 2001-350349 erfindungsgemäß lediglich für den Rangierbetrieb und nicht für eine Überwachung des Anhängers bei höheren 35 Fahrgeschwindigkeiten vorgesehen.

Vorteile der Erfindung

[0007] Mit den Maßnahmen der unabhängigen Ansprüche wird ein kostengünstiges verbessertes System und Verfahren zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern bereitgesellt, das im Fahrbetrieb für beliebige Anhänger zuverlässig Informationen über den momentanen Ausrichtungswinkel bestimmt, und eine Aussage 45 über die Stabilität des aktuellen Fahrzustandes des Gespanns zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung abgibt. Auf die Patentansprüche soll im Folgenden Bezug genommen werden.

[0008] Gemäß ihrem allgemeinsten Aspekt offenbart 50 die vorliegende Erfindung ein System zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern im Fahrbetrieb, mit einer 55

a) Kamera-Einrichtung zur bildlichen Erfassung der

relativen Ausrichtung von Zugfahrzeugheckbereich und Anhängerfrontbereich, die beispielsweise eine ohnehin bereits am Fahrzeug vorhandene Rückfahrkamera sein kann.

b) einem Auswertesubsystem für die erfassten Daten

c) und Schnittstellen zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung der ausgewerteten Daten,

das erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass in dem Auswertesubsystem ein oder mehrere, jeweils eine bestimmte relative Ausrichtung definierende Templates speicherbar sind, die dem Auswertesubsystem als Referenzdaten für zugehörige Ausrichtungswinkel des Fahrzeuggespanns dienen, und das Auswertesubsystem durch Programmierung eingerichtet ist zur Durchführung von Korrelationen zwischen Bildern der jeweils aktuell erfassten, relativen Ausrichtung und des/den Templates(n), um Informationen über den momentanen Ausrichtungswinkel zwischen den Längs- und/oder Querachsen und/oder Hochachsen von Zugfahrzeug und Anhänger zu bestimmen, und um Ausrichtungswinkel, die auf eine kritische Fahrsituation hindeuten, zu erkennen und um entsprechende Signale an die Schnittstellen zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung zu übermitteln.

[0009] Zu dem Zugfahrzeugheckbereich zählen erfindungsgemäß die Rückseite des Zugfahrzeugs sowie dessen Anhängerkupplungsbereich. Der Anhängerfrontbereich umfasst die Deichsel und die Frontwand des Anhängers.

[0010] Der Ausrichtungswinkel kann Informationen über den Gier-, Nick- und/oder Wankwinkel zwischen den Längs- und/oder Querachsen von Zugfahrzeug und Anhänger enthalten. Er kann auch eingeschränkt sein auf eine Teilmenge dieser Winkel. Dabei sind die Längsachsen die mittig in Längsrichtung des jeweiligen Fahrzeugs verlaufenden, sich an der Anhängerkopplung treffenden Achsen. Der Gierwinkel definiert den Winkel zwischen den Längsachsen von Zugfahrzeug und Anhänger. Die Querachse liegt senkrecht zur jeweiligen Längsachse parallel zur Unterkante des jeweiligen Fahrzeugaufbaus. Der Wankwinkel definiert den Winkel zwischen den Querachsen von Zugfahrzeug und Anhänger. Die Hochachse liegt senkrecht zur Längs- und Hochachse und liegt daher beispielsweise parallel zur A-Säule (Zugfahrzeug) bzw. vertikalen Außenkante des Anhängers. Der Nickwinkel definiert den Winkel zwischen den Hochachsen von Zugfahrzeug und Anhänger.

[0011] Erfindungsgemäß in einem Auswertesubsystem gespeicherte Templates enthalten komplett Bilder oder lediglich auf signifikante Linien und Punkte reduzierte Abbildungen, denen bestimmte, vordefinierte, relative Ausrichtungen des Zugfahrzeugheckbereichs und Anhängerfrontbereichs zugeordnet sind. Mittels er-

findungsgemäßen Korrelationen zwischen Bildern der aktuell erfassten, relativen Ausrichtung und des/den Templates(n) (Template-Matching), lassen sich im Fahrbetrieb einfach, ohne am Fahrzeug montierte Hilfsmittel

5 für beliebige Anhänger auf direkte Weise Informationen über den momentanen Ausrichtungswinkel ermitteln. Durch dieses erfindungsgemäße Template-Matching ist das System problemlos für beliebige Formen des Anhängerfrontbereichs und des Zugfahrzeugheckbereichs geeignet.

[0012] Das System erkennt erfindungsgemäß auf eine kritische Fahrsituation hindeutende Ausrichtungswinkel und übermittelt entsprechende Signale an Schnittstellen zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung. Solche Weiterverarbeitungen sind beispielsweise vorbestimmte Maßnahmen zur Vermeidung von Unfällen, wie zum Beispiel eine automatische Bremse oder die Ausgabe von Warnhinweisen an den Fahrer, wie etwa "Bremsen Sie leicht, um Ihr Gespann zu stabilisieren".

[0013] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung angegeben.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind eine Vielzahl, unterschiedliche Ausrichtungen definierende Templates für einen "IF-Abgleich" bei der Korrelation mit dem momentanen Kamerabild gespeichert. Dabei wird nur einmal eine Vielzahl von Templates im Zuge des Referenzierungs-30 vorgangs abgespeichert, um ausreichend viele Vorlagen für verschiedene Ausrichtungswinkel zu erhalten. Dieses spart Rechenzeit während der Ermittlung des momentanen Ausrichtungswinkels, denn das aktuelle Kamerabild oder das Template brauchen dabei nicht gedreht zu werden.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung stellt eine Einrichtung zur Erfassung des momentanen Lenkwinkels dar. Wenn der aktuelle Lenkwinkel bekannt ist, lässt sich für eine stabile Kurvenfahrt 40 insbesondere der richtige Gierwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger in Abhängigkeit zum Lenkwinkel bestimmen. Diese Beziehung erlaubt eine verbesserte Aussage über die Fahrzeugstabilität für einen momentan gemessenen Ausrichtungswinkel.

[0016] Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthalten die ermittelten Winkelinformationen vor allem zur Erfassung von Schleuderbewegungen Informationen über den momentanen Gierwinkel zwischen den Längsachsen von Zugfahrzeug und Anhänger. Der Gierwinkel lässt sich besonders gut durch die bildliche Erfassung des Anhängerkopplungsbereichs des Zugfahrzeugheckbereichs und eines Teils der Deichsel des Anhängerfrontbereichs ermitteln, denn der momentane Gierwinkel kann so direkt ohne die Notwendigkeit von Abstandsinformationen mittels Template-Matching bestimmt werden.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung stellt die Erfassung von Winkel-

informationen dar, die Informationen über den momentanen Wank- und/oder Nickwinkel zwischen Quer- und/oder Hochachsen von Zugfahrzeug und Anhänger enthalten. Mit Messung des Wankwinkels lassen sich seitliche Kippbewegungen und mit Ermittlung des Nickwinkels zu Fahrinstabilität führende Nickbewegungen des Anhängers detektieren.

[0018] Diese Winkelinformationen lassen sich besonders gut mittels Template-Korrelationsauswertung signifikanter Punkte und/oder Linien und/oder signifikanter Bildmuster eines von der Kamera-Einrichtung erfassten Ausschnitts der gegenüberliegenden Wand eines Fahrzeugs des Gespanns, insbesondere der dem Zugfahrzeug gegenüberliegenden Wand, ermitteln. So lässt sich ein Nickwinkel bei bekannten Abstandsinformationen einfach durch eine Vertikalverschiebung der Linie der vorderen Anhängerunterkante bestimmen.

Der Wankwinkel wird auf ähnlich einfache Weise durch Messung der Drehung beispielsweise der Anhängerunterkantenlinie bestimmt, wobei wegen der geometrischen Abhängigkeit der Position der Anhängerunterkante im Kamerabild sowohl vom Wankwinkel als auch vom Gierwinkel zusätzlich stets der Gierwinkel bekannt sein muss. Dies ist dann relevant, wenn der Gierwinkel aufgrund einer Kurvenfahrt ungleich Null ist, und gleichzeitig der Wankwinkel aufgrund eines ggf. platten Reifens am Anhänger ebenfalls ungleich Null ist. Ist die Deichsel im Kamerabild in Geradeausstellung (Gierwinkel= Null) und die Anhängerunterkante schräg (platter Reifen), so befindet sich das Gespann in Geradeausfahrt, bei Wankwinkel ungleich Null. Ist jedoch sowohl die Deichsel schräg als auch die Anhängerstirnwand, dann liegt ein Gierwinkel ungleich Null vor, und es ist nicht allein der Wankwinkel, der die Stirnfläche schräg erscheinen lässt. Zur exakten Berechnung des Wankwinkels muß in diesem Fall der Gierwinkel bekannt sein.

[0019] Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung enthält das System einen Lichtschnittprojektor, der eine Lichtlinie zur aktiven Beleuchtung aufspannt (Meßprinzip: aktive Lasertrilateration), und dessen linienartige Bilder im Anhängerfrontbereich im Auswertesubsystem ausgewertet werden. Damit können einerseits gut sichtbare Linien als Markierungen eingesetzt werden und andererseits die Winkelberechnungen mittels aktiver Triangulation unterstützt werden. Das Lichtschnittverfahren lässt sich vorteilhaft bei Dunkelheit einsetzen, da es weitgehend unabhängig von der Tageshelligkeit funktioniert. Weiter ist die linienhafte Information leicht aus dem Kamerabild extrahierbar und mit wenig Rechenaufwand auswertbar, und es besteht eine hohe Detektionssicherheit. Vorteilhaft ist weiterhin, dass die Wankwinkelmessung von der Gierwinkelmessung entkoppelt ist. Der Wankwinkel kann also direkt gemessen werden ohne dass der Gierwinkel oder weitere Parameter wie die Deichsellänge bekannt sein müssen.

[0020] Das Lichtschnittverfahren kann alternativ oder in Ergänzung des Deichseltemplate Matching einge-

setzt werden.

Einen zusätzlichen Vorteil bei der erfindungsgemäßen Prüfung, ob der Gierwinkel im Verhältnis zum Lenkwinkel innerhalb von für eine stabile Kurvenfahrt vorbestimmten, erlaubten Grenzen liegt, bietet die Ermittlung der für diese Winkelverhältnisbeziehung eingehende Deichsellänge mit Hilfe der gemessenen Gier- und Lenkwinkel während einer vorangehenden stabilen Kurvenfahrt. Dabei ist die Deichsellänge der Abstand des

10 Anhängerkupplungsaufnahmepunkts zur Anhängerradachse. Ein direktes Ausmessen der Deichsellänge ist damit unnötig. Sie kann so bequem automatisch im Laufe einer Kalibrierfahrt oder einer Referenzfahrt zur Aufnahme der Templates bestimmt werden. Referenzfahrten sind z.B. Fahrten mit niedriger Geschwindigkeit und quasistationärem Winkel, so dass von stabilen Verhältnissen ausgegangen werden kann. Nach der Referenzierung ist das System verfügbar.

20 Zeichnungen

[0021] Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

25 Es zeigen

[0022]

30 Fig. 1 eine Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Systems zur Überwachung eines Kraftfahrzeuganhängers;

35 Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Überwachung eines Kraftfahrzeuganhängers;

40 Fig. 3 eine schematische Skizze einer Teilansicht des Gespanns mit Anhängerdeichsel aus der Vogelperspektive zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Gierwinkels;

45 Fig. 4 eine schematische Skizze einer Anhängerfrontwand zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Nickwinkels, und

50 Fig. 5 eine schematische Skizze einer Anhängerfrontwand zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Wankwinkels.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

55 **[0023]** In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

[0024] In **Fig. 1** ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems 3 zur Überwachung eines

Kraftfahrzeuganhängers als schematische Blockdarstellung gezeigt. Das Überwachungssystem 3 umfasst eine im Heck (schematisch) des Zugfahrzeugs 1 zur Beobachtung eines Anhängers angebrachte Videokamera 5. Die aktuellen, digitalen Bilddaten gelangen von der Kamera-Einrichtung 5 zu einer Auswertesubeinheit 7. Dort werden sie erfindungsgemäß in einer Rechenvorrichtung 11 mit in einem Datenspeicher 9 gespeicherten Templates, also mit im Rahmen von in Referenzfahrsituationen gespeicherten Bildern, oder auf markante Punkte oder Linien des Deichselbereichs reduzierte Schablonen des Kamerabildbereichs auf Korrelationen hin überprüft (Template-Matching), um den Ausrichtungswinkel des Anhängers zum Zugfahrzeug 1 zu ermitteln. Die Rechenvorrichtung 11 ist beispielsweise ein herkömmlicher, entsprechend programmiert Computerchip, oder ein spezielles ASIC oder FPGA Bauelement.

[0025] Die Rechenvorrichtung 11 übermittelt den so bestimmten Ausrichtungswinkel an eine dem Auswertungssubsystem 7 zugeordnete Auswerteeinheit 13. Diese erhält Daten über den momentanen Kurvenwinkel des Zugfahrzeugs 1. Dieser wird idealerweise direkt vom ESP bezogen, da dort der aktuelle Kurvenwinkel des Zugfahrzeugs sowohl bei stabiler als auch bei instabiler Fahrt verfügbar ist. Das ESP berechnet modellbasiert den aktuellen Kurvenwinkel aus dem Lenkwinkelsensor (Fahrerwunsch) und dem Gierratensor (tatsächliche Kurvenbewegung).

Erfindungsgemäß prüft die Auswerteeinheit 13 aus einer vorbestimmten Winkelverhältnisbeziehung zwischen Kurvenwinkel und Ausrichtungswinkel, ob die momentan gemessenen Winkel auf eine kritische Fahrsituation hindeuten. Eine solche kritische Fahrsituation wäre beispielsweise gegeben, wenn der Gierwinkel des Anhängers über 10% von dem für eine stabile Kurvenfahrt vorgesehenen Wert bei dem momentan gemessenen Lenkwinkel abweicht.

[0026] Wenn eine kritische Fahrsituation erkannt wird, übermittelt die Auswerteeinheit 13 entsprechende Signale zu Schnittstellen 17, an die Ausgabe- und/oder Aktuatoren 19 angeschlossen sind. Diese Einheiten 19 sind beispielsweise ein Display, ein Lautsprecher des im Kraftfahrzeug sowieso vorhandenen Audiosystems, eine automatische Bremsregelung oder eine automatische Beschleunigungsregelung beim Zugfahrzeug 1. So werden bei Empfang der Signale für eine kritische Fahrsituation vorbestimmte Maßnahmen zur Vermeidung von Unfällen eingeleitet. Solche Maßnahmen sind zum Beispiel ein Warnzeichen auf dem Display, eine hörbare Warnmeldung (s. weiter oben), ein automatisches Abbremsen, Gegenlenken, oder Gaswegnehmen.

[0027] In **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die ersten vier Verfahrensschritte dienen der Initialisierung des Systems. Im Schritt 100 wird die Nullstellung des Gierwinkels zwischen Zugfahrzeug

und Anhänger bei einer Kalibrierungsfahrt ermittelt. Dabei fährt das Gespann längere Zeit mit niedriger Geschwindigkeit geradeaus. Während dessen nimmt die Kamera-Einrichtung 5 in Schritt 110 ein Bild des Anhängerkupplungsbereichs mit der Deichsel auf, welches im Schritt 120 als Template mit der definierten Ausrichtung des Gierwinkels Null im Auswertesubsystem 7 abgespeichert wird. Weitere Templates werden zu verschiedenen fixen Kurvenradien berechnet oder aufgenommen, was Rechenzeit spart.

[0028] Daraufhin erfolgt in Schritt 130 eine Kalibrierungsfahrt zur Bestimmung der Deichsellänge. Die Deichsellänge ist zur Berechnung von Instabilitäten der Anhängerbewegungen notwendig, denn sie geht in die Winkelverhältnisbeziehung zwischen Anhänger-Gierwinkel und Lenkwinkel des Zugfahrzeugs mit ein. Aus dieser Winkelverhältnisbeziehung lässt sich erfindungsgemäß erkennen, ob der aktuelle Gierwinkel zum aktuellen Lenkwinkel passt, d.h. ob sich der Anhänger in einer stabilen Spur befindet, oder sich bereits instabil um die Anhängerkupplung zu "drehen" begonnen hat. Die Deichsellänge wird bei einer stabilen Kurvenfahrt bei niedriger Geschwindigkeit als letzte unbestimmte Größe der folgenden Winkelverhältnisbeziehung aus der folgenden Formel ermittelt, wobei Gier- und Lenkwinkel und daraus berechenbar der Kurvenradius, bekannt sind.

$$30 \quad \alpha_D = \arcsin \frac{L_D}{\sqrt{\left(\frac{L_R}{\tan \alpha_L}\right)^2 + L_K^2}} + \arctan \frac{L_K \cdot \tan \alpha_L}{L_R}$$

wobei

35 α_D : Anhänger-Gierwinkel
 L_D : Deichsellänge
 L_R : Radstand des Zugfahrzeugs (bekannt)
 α_L : Kurvenwinkel des Zugfahrzeugs
40 L_K : Abstand Anhängerkupplung von der Hinterachse des Zugfahrzeugs (bekannt)

[0029] Die Initialisierung ist für beliebige Anhängertypen durchführbar, ohne dass Daten des Anhängers per Hand in das System eingegeben werden müssen. Dies erhöht den Benutzerkomfort und die Akzeptanz des Systems beim Verbraucher, der oft möglichst wenige technische Details wissen will und vor der Gefahr falscher manueller Eingaben geschützt werden sollte.

45 **[0030]** Nach Abschluss dieser Initialisierungsphase ist das System einsatzbereit. In Schritt 140 erfasst die Kamera-Einrichtung bildlich die momentane Ausrichtung der Deichsel zum Anhängerkupplungsbereich des Zugfahrzeugs in einem permanenten Betriebsmodus.
50 Auf Basis dieser digitalen Bilder, wird im Schritt 150 erfindungsgemäß eine Korrelation mit dem im System gespeicherten, den Gierwinkel Null definierenden Deichsel-Template durchgeführt. Hierzu wird entweder das

Deichsel-Template über den gesuchten Winkelbereich gedreht und jeweils ein Korrelationsmaß berechnet oder das aktuelle Kamerabild im Deichselumfeld um den jeweiligen Winkel transformiert. Das Maximum des Korrelationsmaßes gibt den aktuellen Gierwinkel in Kamerakoordinaten wieder. Dabei findet eine Plausibilisierung beispielsweise über ein Schwellwertverfahren statt. Stellt sich dabei heraus, dass das berechnete Korrelationsmaß nicht groß genug ist, so gilt das System momentan als "nicht verfügbar". Andernfalls ermittelt das System im Schritt 160 den momentanen Gierwinkel aus dem Ergebnis der Korrelation. Dabei transformiert es die Kamerakoordinaten (in Pixel) mittels der Kameraparameter, der Koordinaten der Anhängerkopplung und der Kameraeinbauposition und -orientierung in kartesische "Weltkoordinaten" (in mm), die durch die Längs-, Quer- und Hochachse beschrieben werden.

[0031] In Schritt 170 bestimmt ein Lenkwinkelsensor 15 den Lenkwinkel und übermittelt die Daten an die Auswerteeinheit 13, die in Schritt 180 erfindungsgemäß prüft, ob der ermittelte Gierwinkel im Verhältnis zum Lenkwinkel innerhalb von für eine stabile Kurvenfahrt oder Geradeausfahrt vorbestimmten, erlaubten Grenzen liegt. Dabei wird von der oben aufgeführten Winkelverhältnisbeziehung für eine stabile Kurvenfahrt ausgegangen. Die erlaubten Grenzen sind beispielsweise eine Abweichung des gemessenen Gierwinkels von weniger als 10% zu dem nach der obigen Formel für den momentanen Lenkwinkel berechneten Gierwinkel.

[0032] Wird bei einem momentanen Gierwinkel ein Überschreiten dieser Grenzen festgestellt, siehe den NEIN-Zweig aus Entscheidung 180, leitet das System in Schritt 190 Maßnahmen - beispielsweise durch Ausgeben eines dedizierten Steuersignals an eine übergeordnetes Überwachungssystem für die Fahrdynamik - zur Vermeidung von Unfällen ein, wie beispielsweise akustische Warnsignale, oder das Triggern eines im Stand der Technik bekannten Überwachungsregelkreises, der die Soll-/Ist-Abweichung des Gierwinkels ausregelt. Unabhängig davon - siehe die beidseitigen feedback Pfeile aus Schritt 180 zurück zu Schritt 140 - überwacht das System während des Fahrbetriebes ständig weiter den Anhänger-Gierwinkel. Bei der nächsten Iteration beginnt mit Schritt 140 der zeitlich nächste Auswerteschritt, bei dem ein später aufgenommenes Kamerabild analog zur obigen Beschreibung verarbeitet wird. Je nach Rechenleistung des Auswertesubsystems und der Bildrate der Rückfahrkamera kann die Auswertefrequenz festgelegt werden. Ein sinnvoller Wert liegt etwa bei 25 Auswertungen pro Sekunde, vorteilhafterweise unter Ausnutzung der vollen Bildrate.

[0033] In Fig. 3 ist eine Teilansicht des Gespanns mit einer Anhängerdeichsel 24 aus der Vogelperspektive zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Gierwinkels 28 schematisch skizziert.

[0034] Am Heck des Zugfahrzeugs 1 befindet sich eine fest montierte Anhängerkopplung 22. Ein Anhänger 20, beispielsweise ein Wohnwagen ist mit seiner V-för-

migen Deichsel 24 an die Anhängerkopplung 22 angekoppelt. Eine im Heck des Zugfahrzeugs 1 eingebaute Kamera-Einrichtung 5 des erfindungsgemäßen Systems erfasst bildlich einen Bereich 26, in dem sich die

5 Anhängerkopplung 22 und die Deichsel befinden. Wenn die Kamera relativ weit oben angebracht ist, so schaut sie entsprechend schräg nach unten.

[0035] Gerät der Anhänger 20 während der Fahrt des Zugfahrzeugs 1 ins Schleudern oder bricht aus, erfasst

10 die Kamera 5 die entsprechende Lage der Deichsel 24 relativ zum Zugfahrzeug 1. In gestrichelten Linien ist beispielsweise eine Auslenkung des Anhängers 20 mit einem Gierwinkel 28 von etwa dreißig Grad eingezeichnet. Dieser Gierwinkel 28 wird erfindungsgemäß mittels Template-Matching bestimmt.

[0036] In Fig. 4 ist die Frontwand 30 eines angekoppelten Anhängers 20 zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Nickwinkels 32 schematisch skizziert.

20 [0037] Das Kamerabild erfassst vom Zugfahrzeug aus einen Ausschnitt 26 der Frontwand 30 eines angekoppelten Anhängers 20. Die Berechnung des Nickwinkels 32 erfolgt auf Basis der Parallelverschiebung der Unterkante des Aufbaus des Anhängers 20. Mit dem Abstand

25 von Anhängerkopplung zur Anhängerfrontwand 30 lässt sich so der Nickwinkel 32 relativ zum Zugfahrzeug ermitteln. Beispielsweise ist jeweils ein Höhenversatz von Unterkante bzw. Oberkante des Anhängers durch eine Nickbewegung des Anhängers 20 nach oben und nach

30 unten während der Fahrt in gestrichelten Linien dargestellt. Eine Warnung erfolgt, wenn mittels des erfindungsgemäßes Template-Matching eine zu große Oszillation des Nickwinkels 32 erkannt wird, wie sie etwa bei relativ leichten Anhängern, hohen Geschwindigkeiten, unebener Fahrbahn, oder rutschenden Lasten im Anhänger - einmalige Änderung - vorkommen können.

35 Die Bestimmung des Nickwinkels kann im Allgemeinen nur erfolgen, wenn zuvor der Gierwinkel bekannt ist.

[0038] In Fig. 5 ist schematisch einer Anhängerfrontwand 30 zur Darstellung eines Beispiels der erfindungsgemäßen Erfassung des Wankwinkels 34 skizziert.

40 [0039] Die Schräglage der Aufbauten des Anhängers 20 relativ zum Zugfahrzeug wird über eine in dessen Heck eingebaute Kamera-Einrichtung durch Auswertung der Position der Unterkante des Anhängers 20 oder anderer signifikanter Punkte der Anhängerfrontwand 30 erfindungsgemäß mit Hilfe von Template-Matching ermittelt. Mit dem Abstand von Anhängerkopplung zur Anhängerfrontwand 30 und dem wegen

45 geometrischer Abhängigkeit erforderlichen Gierwinkel lässt sich so der Wankwinkel 34 relativ zum Zugfahrzeug bestimmen. Beispielsweise ist jeweils eine Schräglage nach rechts und nach links durch Kippbewegungen des Anhängers 20 während der Fahrt in gestrichelten Linien dargestellt. Eine Warnung erfolgt,

50 wenn ein für eine stabile Lage zu großer Wert des Wankwinkels 34 erkannt wird, beispielsweise etwa ab einem Winkel von 10 Grad.

[0040] Mit weiterem Bezug zu **Fig. 4** und **Fig. 5** wird im Folgenden eine Variante zur reinen Grauwertbildverarbeitung durch Matching mit Deichseltemplates als weiteres Ausführungsbeispiel gegeben. Dabei wird ein System mit aktiver Beleuchtung eingesetzt und ein so genanntes Lichtschnittverfahren durchgeführt. Grundlegende Informationen dazu sind in den folgenden Quellen erhältlich:

Schmalz, G.: Technische Oberflächenkunde, Berlin: Springer-Verlag, 1936, S. 75, oder
 Haug, K.: Laser-Lichtschnittsensorik für die Automatisierung von Metall-Schutzgas-Schweißprozessen, Dissertation Universität Stuttgart, Jost Jetter Verlag, Heimsheim, 2002, oder
 Heckel, W.: Optische 3D-Konturerfassung und online Biegewinkelmessung mit dem Lichtschnittverfahren. Diss. Uni Erlangen-Nürnberg, Carl Hanser Verlag, 1995.

[0041] Dabei wird mindestens ein Linienprojektor zur aktiven Beleuchtung eingesetzt. Dieser kann beispielsweise aus einer Laserdiode mit vorgeschalteter Linienoptik in Form einer Zylinderlinse realisiert werden. Der Lichtschnittsensor wird dann aus Linienprojektor und Rückfahrkamera gebildet. Der Linienprojektor kann dabei in vorteilhafter Weise in Rückleuchte/Rückfahrerscheinwerfer, in andere Sensoren, etwa in Ultraschall-Parkpilotensensoren oder in andere bereits vorhandene Funktionsgruppen integriert sein.

[0042] Zur Messung des Gierwinkels wird die Beleuchtungsebene des Linienprojektors idealerweise waagrecht gewählt oder enthält eine waagrechte Komponente. Zur Messung des Nickwinkels wird ein zweiter Linienprojektor gewählt, dessen Messebene senkrecht steht. Die Rückfahrkamera darf in beiden Fällen prinzipiell nicht in der Messebene liegen. Vorteilhaft ist in beiden Fällen ein großer Grundabstand zwischen Rückfahrkamera und Linienprojektor, so dass dieser z.B. in den Stoßfänger integriert ausgeführt ist, während die Rückfahrkamera oberhalb des Nummernschilds in die Heckklappe integriert ausgeführt ist. Die Lichtlinienprojektoren für Nick- und Wankwinkel können kombiniert werden, z.B. durch Einsatz eines Kreuzprojektors. Die Kamera schaut im beschriebenen Ausführungsbeispiel z.B. mit 45° gegenüber der Horizontalen nach unten. Das Blickfeld ist symmetrisch zur Längsachse.

[0043] Die projizierte Laserlinie wird für die Kamera an der Frontwand des Anhängers als Lichtschnittlinie sichtbar. Die Laserlinie kann sowohl im sichtbaren als auch im Infraroten (Vorteil: für Menschen nicht sichtbar, dadurch aber auch gefährlicher) gewählt werden, wobei die spektrale Empfindlichkeit der Rückfahrkamera die gewählte Wellenlänge unterstützen muss. Aufgrund der bekannten Relativposition zwischen Rückfahrkamera und Linienprojektor kann die Linienposition von Kamerakoordinaten in Weltkoordinaten transformiert werden.

[0044] Je nach der Ausrichtung der Lichtschnittlinie

ist deren Bild für die Zwecke der vorliegenden Erfindung auswertbar, so, wie es das Bild der Deichsel in dem vorhergehenden Beispiel war. In Fig. 4 ist eine waagerechte Linie 40 zur Gierwinkelmessung und in Fig. 5 eine senkrechte Laserlichtschnittlinie 42 zur Nickwinkelmes-

5 s-
 10 s-
 15 s-
 20 s-
 25 s-
 30 s-
 35 s-
 40 s-
 45 s-
 50 s-

[0045] Ändert sich in **Fig. 4** der Gierwinkel von Null beispielsweise auf einen Wert von etwa 20 Grad, so ergibt sich eine sichtbare Drehung der Laserlichtschnittlinie 40 um einen Winkel, der neben dem Gierwinkel von der Relativposition und -orientierung zwischen Rückfahrkamera und Projektor abhängt.

[0046] Dieses neue, gestrichelte eingezeichnete Lini-
 10 enbild ist nun mittels Linienmatching auswertbar zur Ermittlung des Gierwinkels, vergleichbar zur oben gege-
 15 benen Beschreibung des aktuellen Deichselbildes (Deichselmatching). Sie ist nach einer Transformation
 20 in Weltkoordinaten ebenfalls auswertbar zur Ermittlung des Nick- und des Wankwinkels.

[0047] In Fig. 5 wird die senkrecht gezeichnete Licht-
 10 schnittlinie 42 ausgewertet zur Ermittlung des Nickwin-
 15 kels, sofern die Kamera und der Projektor nicht senk-
 20 recht übereinander angeordnet sind. Es ergibt sich bei
 25 Variation des Nickwinkels die gestrichelt gezeichnete Schnittlinie zur erfundungsgemäßen Auswertung und Weiterverarbeitung wie oben geschildert.

[0048] Wenn die Auswertung einer Lichtschnittlinie
 10 bereits ein eindeutig interpretierbares Ergebnis bei der
 15 Bestimmung eines Winkels (Gier-, Nick- oder Wank) lie-
 20 fert, benötigt man keine weitere Auswertung. Ist sie
 25 nicht eindeutig, etwa weil der in Fig. 4 eingezeichnete
 30 Verlauf des Linienbildes auch bei Geradeausfahrt und
 35 Wankwinkel ungleich Null eintreten kann, so sollte eine
 40 zusätzliche Auswertung -etwa durch Einbeziehung des
 45 Lenkwinkels, der Gierrate, Matching der Deichseltem-
 50 plates, etc., vorgenommen werden, bis die Aussage
 55 über den gewünschten Winkel eindeutig ist. Das Licht-
 60 schnittverfahren lässt sich vorteilhaft bei Dunkelheit ein-
 65 setzen, da es unabhängig von der Tageshelligkeit funk-
 70 tioniert. Weiter ist die linienhafte Information leicht aus
 75 dem Kamerabild extrahierbar und mit wenig Rechenauf-
 80 wand auswertbar, und es besteht eine hohe Detektions-
 85 sicherheit. Es kann alternativ oder in Ergänzung des
 90 Deichseltemplate Matching eingesetzt werden.

[0049] Vorteilhaft ist auch, dass die Messungen von
 10 Gier- und Nickwinkel entkoppelt sind. Der Nickwinkel ist
 15 vorteilhafterweise auch nicht an die Erkennbarkeit der
 20 Anhängerunterkante und an eine zu bestimmende
 25 Deichsellänge gekoppelt, sondern kann direkt bestimmt
 30 werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von bevor-

zugten Ausführungsbeispielen vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

[0050] Beispielsweise kann die Kamera-Einrichtung bei Fahrten ohne Anhänger als normale Rückfahrkamera eingerichtet sein. Vorteilhafter Weise wird immer nur eine Software in das Steuergerät der Kamera geladen: Ist die konventionelle Rückfahrkamera aktiv (aktiviert über Rückwärtsgang), dann wird die konventionelle Rückfahrkamera-Software aus dem nichtflüchtigen Speicher ins RAM geladen. Ist die Anhängerüberwachung aktiv (aktiviert über erkannten Anhänger wie in der deutschen Patentanmeldung DE 1 99 01 953 beschrieben), dann wird die Anhängerüberwachungssoftware geladen. Die Ladezeit von wenigen 100 ms stört dabei nicht. Dabei ergibt sich der Vorteil, dass nicht zwei Softwarefunktionen gleichzeitig im Speicher gehalten werden brauchen, was Speicherplatz und Rechenressourcen einspart.

[0051] Auch ist eine Unterstützung des erfindungsgemäßen Systems mit anderen Sensoren wie zum Beispiel Ultraschallsensoren oder Neigungssensoren möglich. Damit kann zusätzliche Information zur Plausibilisierung eingeholt werden.

Des Weiteren kann durch zeitliches Differenzieren aus den ermittelten Winkelwerten die Winkelbeschleunigungen abgeleitet werden, die ebenfalls für Warnstrategien herangezogen werden können.

[0052] Der Matchvorgang kann auch variiert werden, indem bei der Korrelation entweder das Kamerabild rotiert und mit einem oder mehreren fixen Templates verglichen wird, oder indem ein festes Template oder das günstigste Template mit der geringsten Winkelabweichung rotiert wird und mit dem Kamerabild verglichen wird oder eine Kombination dieser Maßnahmen durchgeführt wird.

[0053] Natürlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auch von einer Kamera 5 unterstützt werden, die auf dem Anhängerfrontbereich montiert ist und auf die Deichsel und das Heck des Zugfahrzeugs schaut.

[0054] Schließlich können die Merkmale der Unteransprüche im wesentlichen frei miteinander und nicht durch die in den Ansprüchen vorliegende Reihenfolge miteinander kombiniert werden, sofern sie unabhängig voneinander sind.

Patentansprüche

1. System (3) zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern (20) im Fahrbetrieb, mit einer

a) Kamera-Einrichtung (5) zur bildlichen Erfassung der relativen Ausrichtung von Zugfahrzeugheckbereich und Anhängerfrontbereich,

b) einem Auswertesubsystem (7), für die erfassten Daten

c) und Schnittstellen (17) zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung der ausgewerteten Daten,

5 dadurch gekennzeichnet, dass in dem Auswertesubsystem (7) ein oder mehrere, jeweils eine bestimmte relative Ausrichtung definierende Templates gespeichert sind, die dem Auswertesubsystem (7) als Referenzdaten für zugehörige Ausrichtungswinkel des Fahrzeuggespanns dienen, und das Auswertesubsystem (7) durch Programmierung eingerichtet ist zur Durchführung von Korrelationen zwischen Bildern (26) der jeweils aktuell erfassten, relativen Ausrichtung und des/den Templates(n), um Informationen über den momentanen Ausrichtungswinkel (28, 32, 34) zwischen den Längs- und/oder Querachsen und/oder Hochachsen von Zugfahrzeug (1) und Anhänger (20) zu bestimmen, und um Ausrichtungswinkel (28, 32, 34), die auf eine kritische Fahrsituation hindeuten, zu erkennen, und um entsprechende Signale an die Schnittstellen (17) zur fahrbetriebsrelevanten Weiterverarbeitung zu übermitteln.

10 2. System (3) nach Anspruch 1, wobei in dem Auswertesubsystem (7) eine Vielzahl, unterschiedliche Ausrichtungen definierende Templates zum Abgleich bei der Korrelation mit einem momentanen Kamerabild (26) gespeichert sind.

15 3. System (3) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das System eine Einrichtung (15) zur Erfassung des momentanen Lenkwinkels enthält.

20 4. System (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erfassten Winkelinformationen (28, 32, 34) Informationen über den momentanen Gierwinkel (28) zwischen den Längsachsen von Zugfahrzeug (1) und Anhänger (20) enthalten.

25 5. System (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die bildliche Erfassung durch die Kamera-Einrichtung den Anhängerkopplungsbereich (22) des Zugfahrzeugeckbereichs und einen Teil der Deichsel (24) des Anhängerfrontbereichs umfasst.

30 6. System (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die erfassten Winkelinformationen (28, 32, 34) Informationen über den momentanen Wankwinkel (34) zwischen den Querachsen von Zugfahrzeug (1) und Anhänger (20) enthalten.

35 7. System (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die erfassten Winkelinformationen (28, 32, 34) Informationen über den momentanen Nickwinkel (32) zwischen den Längsachsen von Zugfahrzeug (1) und Anhänger (20) enthalten.

40 8.

45 9.

50 10.

55

8. System (3) nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Template-Matching signifikante Punkte und/oder Linien eines von der Kamera-Einrichtung (5) erfassten Ausschnitts der gegenüberliegenden Wand eines Fahrzeugs (1, 20) des Zuggespanns umfasst. 5

9. System (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei es einen Lichtschnittprojektor enthält und dazu eingerichtet ist, die von ihm erzeugten Bilder (40, 42) im Anhängerfrontbereich oder Zugfahrzeug-heckbereich auszuwerten. 10

10. System (3) nach dem vorstehenden Anspruch, wobei der Lichtschnittprojektor in einer am Kraftfahrzeug ohnehin vorhandenen Funktionsgruppe integriert ausgeführt ist. 15

11. Verfahren zur Überwachung von Kraftfahrzeuganhängern (20) im Fahrbetrieb, wobei die relative Ausrichtung von Zugfahrzeugheckbereich und Anhängerfrontbereich programmgesteuert und kameragestützt erfasst wird, **gekennzeichnet durch** die Schritte, 20

a) Ermitteln (140, 150, 160) eines momentanen Ausrichtungswinkels (28, 32, 34) zwischen den Längsachsen und/oder Querachsen und/ oder Hochachsen von Zugfahrzeug (1) und Anhänger (20) mittels Template-Matching, 25

b) Prüfen (180), ob der ermittelte Ausrichtungswinkel (28, 32, 34) innerhalb von für eine stabile Fahrt des Fahrzeuggespanns vorbestimmten, erlaubten Grenzen liegt, und 30

c) Einleiten (190) einer vorbestimmten Maßnahme zur Vermeidung von Unfällen, wenn der ermittelte Ausrichtungswinkel (28, 32, 34) außerhalb der erlaubten Grenzen liegt. 35

12. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, enthaltend den weiteren Schritt: 40

d) Ermitteln (170) des momentanen Lenkwinkels des Zugfahrzeugs, 45

e) wobei das Prüfen (180) in Schritt b) die Feststellung umfasst, ob der Gierwinkel (28) im Verhältnis zum Lenkwinkel innerhalb von für eine stabile Kurvenfahrt vorbestimmten, erlaubten Grenzen liegt. 50

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die in der Winkelverhältnisbeziehung des Schritts b) eingehende Deichsellänge mit Hilfe nach den vorangehenden Verfahrensschritten ermittelten Gier- (28) und Lenkwinkel während einer stabilen Kurvenfahrt bestimmt wird. 55

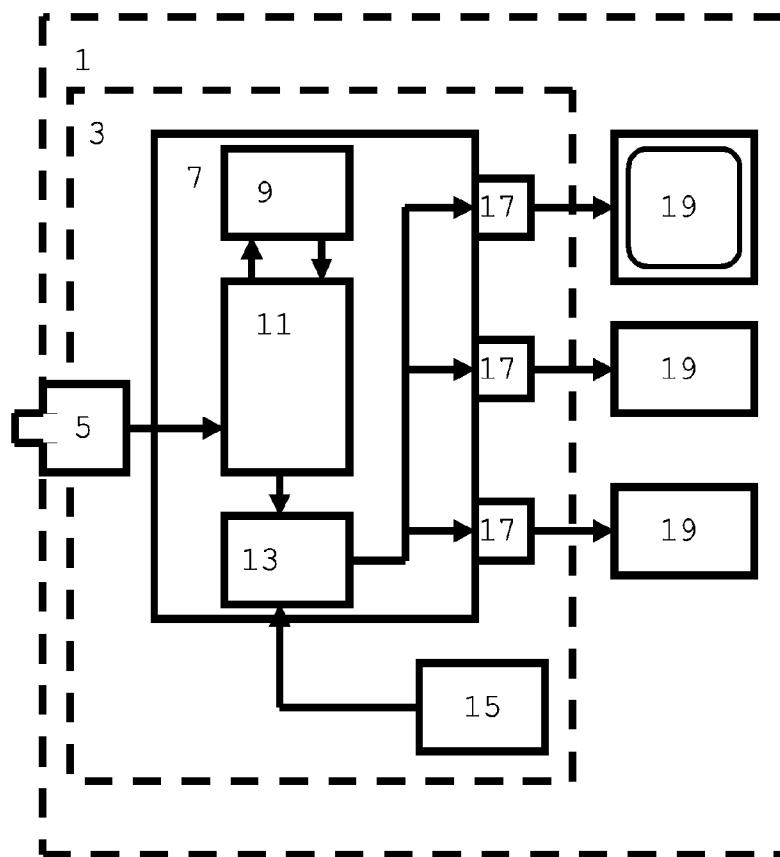


FIG. 1

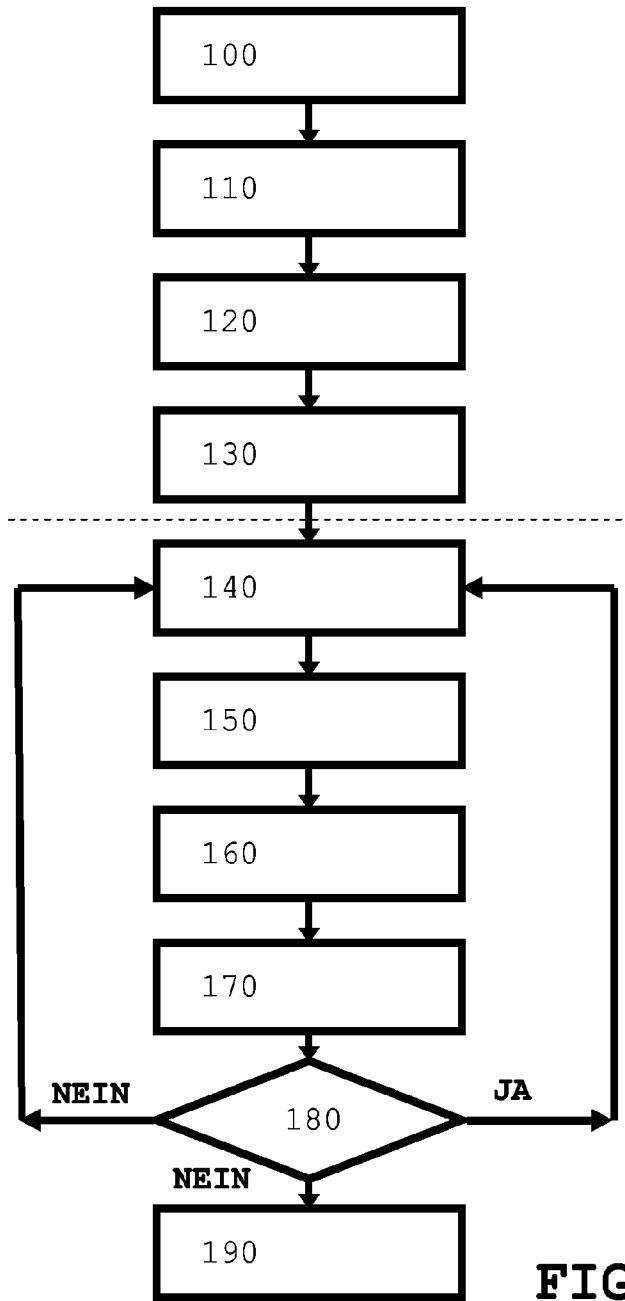


FIG. 2

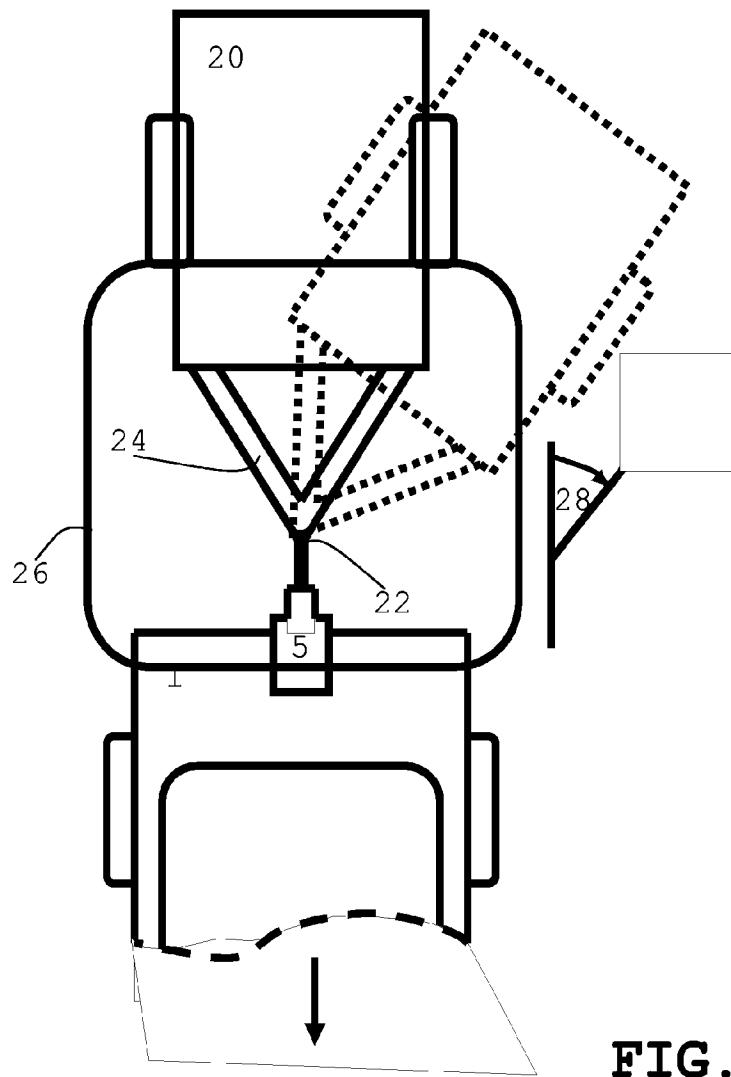
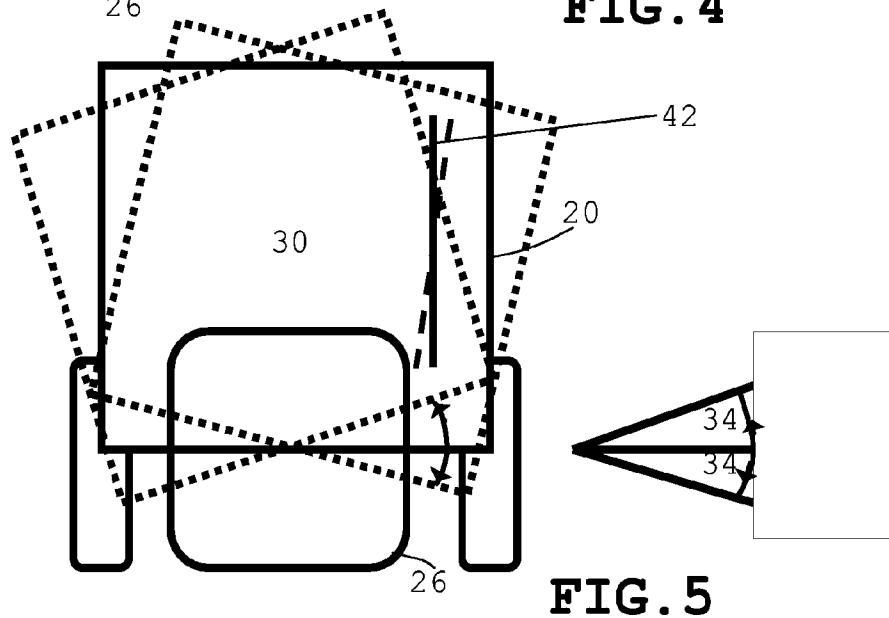
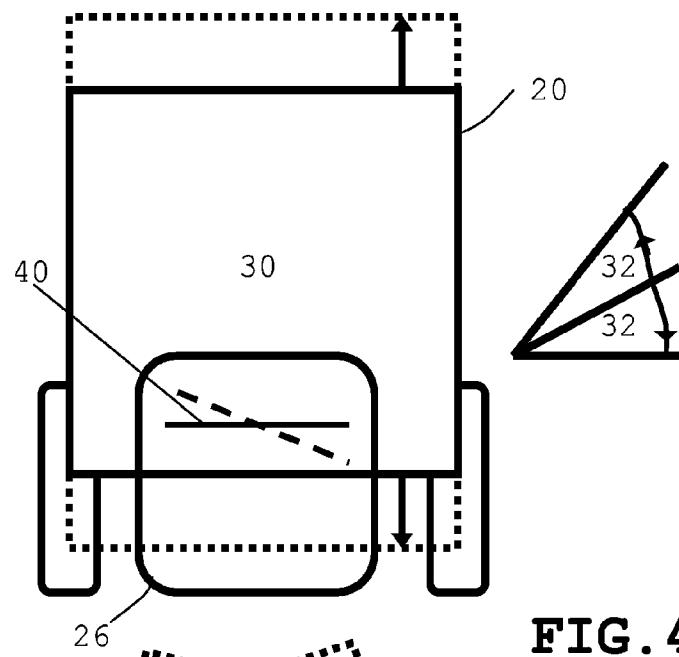


FIG. 3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D, A	DE 199 01 953 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 27. Juli 2000 (2000-07-27) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,11	B60R16/02 B60D1/30
D, A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 09, 3. September 2003 (2003-09-03) & JP 2003 148938 A (HINO MOTORS LTD), 21. Mai 2003 (2003-05-21) * Zusammenfassung *	1,11	
A	US 2002/149673 A1 (HIRAMA YUICHI ET AL) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) * Zusammenfassung; Abbildung 5 *	1,11	
A	EP 1 182 089 A (ROBERT BOSCH GMBH) 27. Februar 2002 (2002-02-27) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1,11	
A	US 6 690 413 B1 (MOORE MICHAEL S) 10. Februar 2004 (2004-02-10) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	1,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B60R B60D B60T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Rechercheort München	Abschlußdatum der Recherche 29. Juni 2005	Prüfer Eriksson, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 10 2997

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

29-06-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19901953	A1	27-07-2000	FR GB GB JP US	2788612 A1 2367439 A ,B 2346495 A ,B 2000211559 A 6446998 B1		21-07-2000 03-04-2002 09-08-2000 02-08-2000 10-09-2002
JP 2003148938	A	21-05-2003	JP	3643076 B2		27-04-2005
US 2002149673	A1	17-10-2002	JP CA CN EP WO	2002359839 A 2410983 A1 1460375 A 1377062 A1 02080558 A1		13-12-2002 29-11-2002 03-12-2003 02-01-2004 10-10-2002
EP 1182089	A	27-02-2002	DE DE EP	10039795 A1 50105598 D1 1182089 A2		28-03-2002 21-04-2005 27-02-2002
US 6690413	B1	10-02-2004	KEINE			